

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский

(до КФУ)

» 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

Исследование операций и методы оптимизации Б1.В.ДВ.10

Направление подготовки: 44.03.05 - Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Профиль подготовки: Математика, информатика и информационные технологии в билингвальной татарско-русской среде

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Галимянов А.Ф.

**Рецензент(ы):**

Ожегова А.В.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Галимянов А. Ф.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 817221619

Казань

2019

## **Содержание**

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Галимянов А.Ф. Кафедра информационных систем отделение фундаментальной информатики и информационных технологий, Anis.Galimjanoff@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью является знание и умение применять основные этапы операционного исследования, основы выпуклого, линейного и нелинейного программирования; основные численные методы и алгоритмы решения оптимизационных задач

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.10 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 5 курсе, 9 семестр.

Данный курс изучается после основных курсов 'Математический анализ', 'Дифференциальные уравнения', 'Численные методы' и опирается на них. Знание по данным курсам обязательны.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способен использовать возможности образовательной среды, в том числе информационной, для обеспечения качества учебно-воспитательного процесса
СПК-10 (профессиональные компетенции)	способен понимать универсальный характер законов логики математических рассуждений, их применимость в различных областях человеческой деятельности, роль и место математики в системе наук, значение математической науки для решения задач, возникающих в теории и практике, общекультурное значение математики, владеет основными положениями истории развития математики, эволюции математических идей и концепциями современной математической науки
СПК-11 (профессиональные компетенции)	владеет современными формализованными математическими, информационно-логическими и логико-семантическими моделями и методами представления, сбора и обработки информации для учебных целей
СПК-12 (профессиональные компетенции)	владеет математикой как универсальным языком науки, средством моделирования явлений и процессов, способен пользоваться построением математических моделей для решения практических проблем, понимать критерии качества математических исследований, принципы экспериментальной и эмпирической проверки научных теорий, умением исследовать класс моделей, к которому принадлежит полученная модель конкретной ситуации, применяя математическую теорию
СПК-14 (профессиональные компетенции)	способен реализовывать аналитические и технологические решения в области программного обеспечения (системного, прикладного и инструментального) и компьютерной обработки информации

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
СПК-2 (профессиональные компетенции)	понимает, что фундаментальное знание является основой компьютерных наук готов применять знания теоретической информатики, фундаментальной и прикладной математики для анализа и синтеза информационных систем и процессов
СПК-3 (профессиональные компетенции)	владеет методами обучения математическому и алгоритмическому моделированию учебных задач научно-технического, экономического характера
СПК-4 (профессиональные компетенции)	способен использовать математический аппарат, методологию программирования и современные компьютерные технологии для решения практических задач получения, хранения, обработки и передачи информации
СПК-5 (профессиональные компетенции)	владеет методами алгоритмического моделирования для постановки математических задач, методами математического и алгоритмического моделирования при постановке и решении задач прикладного характера
СПК-7 (профессиональные компетенции)	владеет методами создания математических моделей основных объектов изучения естественнонаучных дисциплин образовательного процесса и реализовывать их в компьютерных моделях
СПК-8 (профессиональные компетенции)	владеет основными положениями классических разделов математической науки, базовыми идеями и методами математики, системой основных математических структур и аксиоматическим методом
СПК-9 (профессиональные компетенции)	владеет культурой математического мышления, логической и алгоритмической культурой, способен понимать общую структуру математического знания, взаимосвязь между различными математическими дисциплинами, реализовывать основные методы математических рассуждений на основе общих методов научного исследования и опыта решения учебных и научных проблем, пользоваться языком математики и математической терминологией, корректно выражать и аргументировано обосновывать имеющиеся знания

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные этапы операционного исследования, основы выпуклого, линейного и нелинейного программирования; основные численные методы и алгоритмы решения оптимизационных задач

2. должен уметь:

классифицировать задачу оптимизации, выбирать метод её решения, проверять условия сходимости численных методов, применяемых при решении оптимизационных задач, а также интерпретировать полученное решение

3. должен владеть:

методами решения оптимизационных задач

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания при решении конкретных прикладных задач по линейной и нелинейной оптимизации

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 9 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Предмет исследования операций и его методология	7		2	0	0	
2.	Тема 2. Задачи линейного программирования	7		6	0	6	
3.	Тема 3. Транспортная задача	7		2	0	4	
4.	Тема 4. Элементы выпуклого анализа	7		4	0	2	
5.	Тема 5. Задачи одномерной оптимизации	7		4	0	4	
6.	Тема 6. Задачи многомерной безусловной оптимизации	7		4	0	6	
7.	Тема 7. Задачи многомерной оптимизации с ограничениями	7		2	0	2	
	Тема . Итоговая форма контроля	9		0	0	0	Экзамен
	Итого			24	0	24	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Предмет исследования операций и его методология

##### лекционное занятие (2 часа(ов)):

Цель, задачи и основные понятия исследования операций. Математическое моделирование операций. Классификация задач оптимизации. Искусство моделирования. Проверка и корректировка модели.

##### Тема 2. Задачи линейного программирования

### **лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Основная задача линейного программирования (ЗЛП). Приведение ЗЛП к каноническому виду. Опорные решения. Базис опорного плана. Геометрическая интерпретация и графическое решение ЗЛП. Симплекс-метод. Метод искусственного базиса. Выврожденность. Приведение ЗЛП к каноническому виду. Решение ЗЛП графическим методом, симплекс-методом, методом искусственного базиса. Двойственный симплекс-метод.

### **лабораторная работа (6 часа(ов)):**

1. Решение ЗЛП графическим методом. 2. Решение ЗЛП симплекс-методом.

## **Тема 3. Транспортная задача**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Транспортная задача и ее свойства. Метод потенциалов для решения транспортной задачи. Закрытые и открытые модели. Транспортные задачи с ограничениями.

### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

1. Решение данной транспортной задачи.

## **Тема 4. Элементы выпуклого анализа**

### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Выпуклые множества. Отделимость множеств. Теоремы об отделимости множества и точки, двух множеств. Выпуклые функции. Критерии выпуклости негладкой и гладкой функций. Субградиент функции и его геометрический смысл. Необходимые и достаточные условия существования субградиента в точке.

### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Нахождение субградиента и градиента данной функции.

## **Тема 5. Задачи одномерной оптимизации**

### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Методы деления пополам, золотого сечения, Фибоначчи, дихотомии, Пауэлла.

### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Минимизация данной функции методами деления пополам, золотого сечения, Фибоначчи, дихотомии, Пауэлла

## **Тема 6. Задачи многомерной безусловной оптимизации**

### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Постановка задачи. Теорема Вейерштрасса. Классический метод решения задач на безусловный экстремум. Задачи на условный экстремум. Необходимые условия первого и второго порядков. Достаточные условия экстремума. Численные методы минимизации функций многих переменных: модели и условия сходимости.

### **лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Минимизация данной функции многих переменных.

## **Тема 7. Задачи многомерной оптимизации с ограничениями**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Постановка задачи. Метод множителей Лагранжа. Условия Куна-Таккера

### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Применение метода множителей Лагранжа для данной задачи

## **4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Предмет исследования операций и его					

методология

7	Изучение данной темы, решение задач.	2	Проверка домашнего задания
---	--------------------------------------	---	----------------------------

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Задачи линейного программирования	7		Изучение данной темы, решение задач.	4	Проверка домашнего задания
3.	Тема 3. Транспортная задача	7		Изучение данной темы, решение задач.	4	Проверка домашнего задания
4.	Тема 4. Элементы выпуклого анализа	7		Изучение данной темы, решение задач.	8	Проверка домашнего задания
5.	Тема 5. Задачи одномерной оптимизации	7		Изучение данной темы, решение задач.	8	Проверка домашнего задания
6.	Тема 6. Задачи многомерной безусловной оптимизации	7		Изучение данной темы, решение задач.	4	Проверка домашнего задания
7.	Тема 7. Задачи многомерной оптимизации с ограничениями	7		Изучение данной темы, решение задач.	6	Проверка домашнего задания
	Итого				36	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Решение задач проводится с использованием математических пакетов в компьютерном классе.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### Тема 1. Предмет исследования операций и его методология

Проверка домашнего задания , примерные вопросы:

Детальный разбор решений задач по теме

### Тема 2. Задачи линейного программирования

Проверка домашнего задания , примерные вопросы:

Детальный разбор решений задач по теме

### Тема 3. Транспортная задача

Проверка домашнего задания , примерные вопросы:

Детальный разбор решений задач по теме

### Тема 4. Элементы выпуклого анализа

Проверка домашнего задания , примерные вопросы:

Детальный разбор решений задач по теме

### Тема 5. Задачи одномерной оптимизации

Проверка домашнего задания , примерные вопросы:

Детальный разбор решений задач по теме

### **Тема 6. Задачи многомерной безусловной оптимизации**

Проверка домашнего задания, примерные вопросы:

Детальный разбор решений задач по теме

### **Тема 7. Задачи многомерной оптимизации с ограничениями**

Проверка домашнего задания, примерные вопросы:

Детальный разбор решений задач по теме

### **Итоговая форма контроля**

экзамен (в 9 семестре)

Примерные вопросы к экзамену:

Экзамен проводится в форме онлайн-тестирования. Вопросы теста имеются по адресу:

[https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/student\\_test.startpage?p1=908&p2=6689184302605164592767754836984&p\\_](https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/student_test.startpage?p1=908&p2=6689184302605164592767754836984&p_)

## **7.1. Основная литература:**

### **1. Прикладная математика**

Методы оптимизации: Учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 270 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-369-01037-2.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=350985>

2. Теория игр и исследование операций / Лемешко Б.Ю. - Новосиb.:НГТУ, 2013. - 167 с.: ISBN 978-5-7782-2198-7. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=558878>

3. Методы оптимизации: Учебное пособие для курсантов, студентов и слушателей / Бабенышев С.В. - Железногорск:ФГБОУ ВО СПСА ГПС МЧС России, 2017. - 122 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=912642>

## **7.2. Дополнительная литература:**

1. Прикладные задачи оптимизации. Модели, методы, алгоритмы: Практическое пособие / Струченков В.И. - М.:СОЛОН-Пр., 2016. - 314 с.: ISBN 978-5-91359-191-3 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/905033>

2. Методы оптимизации в задачах аэрогазодинамики/ШиплюкА.Н. - Новосиb.: НГТУ, 2014. - 107 с.: ISBN 978-5-7782-2453-7. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=546250>

## **7.3. Интернет-ресурсы:**

Гамэллэрне тикшерү нәм оптимальләү ысуллары -

[https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/student\\_test.startpage?p1=908&p2=6689184302605164592767754836984&p\\_](https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/student_test.startpage?p1=908&p2=6689184302605164592767754836984&p_)

Исследование операций - <http://pisaruk.narod.ru/books/OR.pdf>

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ И МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ -

[https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/student\\_test.startpage?p1=908&p2=6689184302605164592767754836984&p\\_](https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/student_test.startpage?p1=908&p2=6689184302605164592767754836984&p_)

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ И МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ КУРС ЛЕКЦИЙ -

[http://saransk.ruc.su/upload/medialibrary/ca1/2014\\_Chernoivanova.pdf](http://saransk.ruc.su/upload/medialibrary/ca1/2014_Chernoivanova.pdf)

Теория игр и исследование операций - <http://www.intuit.ru/studies/courses/676/532/info>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Исследование операций и методы оптимизации" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Лекции проводятся с использованием проектора в мультимедийной аудитории. Задачи решаются с использованием известных математических пакетов.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 44.03.05 "Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)" и профилю подготовки Математика, информатика и информационные технологии в билингвальной татарско-русской среде .

Автор(ы):

Галимянов А.Ф. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Ожегова А.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.